

氏 名 箱 守 聰

授与した学位 博 士

専攻分野の名称 工 学

学位授与番号 博甲第3612号

学位授与の日付 平成20年 3月25日

学位授与の要件 自然科学研究科数理電子科学専攻
(学位規則第5条第1項該当)

学位論文の題目 データ漏えいとサービス妨害を抑止する基盤ソフトウェアの研究

論文審査委員 教授 谷口 秀夫 教授 山崎 進 教授 名古屋 彰

学位論文内容の要旨

本論文では、情報セキュリティの要件の中で機密性と可用性を損なう恐れのある脅威を対象とし、基盤ソフトウェアによりシステムの安全性を確保する方式として、情報システムの処理能力を保持する基盤ソフトウェアの実現方式、機密情報が拡散する経路を追跡することによりデータの漏えいをリアルタイムに検知する方式、およびプロセッサの割当単位を資源化した演算資源制御によりサービス妨害攻撃に対して重要プログラムの実行を保証する方式について述べる。

最初に、可用性の確保の要求が高い情報システムの基盤となるソフトウェア機構として、大規模オンライントランザクション処理システムに用いられる端末制御計算機のOSについて述べる。可用性と保守運用性の効率化を実現する3つの特徴的な機能として、(1)プロセス間の資源引き継ぎ機能、(2)ダイナミックリンク機能、(3)プロセッサ負荷の見積もり方式、について示し、評価により有効性を示すとともに、実環境における利用状況を示す。

次に、機密性を要する情報の漏えいを防止することを目的として、機密情報が拡散する経路を刻々と(リアルタイムに)追跡する手法を提案する。機密情報が拡散する経路を追跡する手法への要求を明らかにし、ファイル操作と子プロセス生成とを対象にしたときに機密情報が拡散する様子をモデル化し、具体的な検知処理の手順を述べる。また、Linux上に検知処理を実装し、従来のシステムコール処理に対して処理時間の増加が少ないこと、事例評価により、提案手法で機密情報が伝達されたファイルを全て検知できることを示し、検知処理に対する要望であるオーバーヘッドと的確性の関係を明らかにする。

さらに、プロセッサの割当単位を資源化した演算資源制御により、サービス妨害攻撃に対してサービスの実行を保証する方法について述べる。3つの演算資源を適切に組み合わせることによりサービスの実行を保証する要件を明らかにする。また、サービス実行を保証する方法として、重要なサービスを提供するプログラムの実行を保証する保証法と、重要でないサービスを提供するプログラムの実行を制限する制限法の2つの方法があることを示し、それぞれを実現するための演算資源の割当てモデルを明らかにする。演算資源制御を実装したOSを用いてこれらのモデルを評価し、サービスの保証が実現できることを示す。

論文審査結果の要旨

インターネットを利用して提供されるサービスは、金融系サービスを含め増加している。したがって、サービスを提供する情報システムに対し、安定した継続的な運用に加え、サービスが取り扱う情報を適切に保護することが求められる。情報システムの安全性に向けた情報セキュリティの要件として、機密性、完全性、および可用性があり、これらの確保が重要である。

論文提出者は、機密性と可用性に着目し、システムの安全性を確保する基盤ソフトウェアの構築法を示し、データの漏えいをリアルタイムに検知する方式およびサービス妨害攻撃に対して重要プログラムの実行を保証する方式を明らかにしている点が素晴らしい。

まず、高可用性の実現に加え、応答性の保証、処理制御の効率化、保守運用の効率化、およびスケラビリティの確保を可能にするOSの構築法を示している。なお、この構築法に基づいて開発したOSは、実サービスに供されており、その実用性を証明している点は高く評価できる。次に、機密性を要する情報の漏えいを防止することを目的として、機密情報が拡散する経路をOS内部で追跡することにより、データの漏えいをリアルタイムに検知する方式を明らかにしている。事例評価により、この方式で機密情報が伝達されたファイルを全て検知できることを示し、かつ検知処理のオーバーヘッドと的確性の関係を示している。さらに、OSのプロセッサ割当単位を資源化した演算資源制御により、サービス妨害攻撃に対して重要プログラムの実行を保証する方式を明らかにしている。

以上のように、本研究は、情報システムの信頼性や安全性を損なう恐れのある脅威に対し、基盤ソフトウェアによりシステムの安全性を確保する方式を明らかにしており、情報工学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（工学）の学位論文に値すると認める。

なお、論文発表会では、適切な説明が行われ、また質疑に対する応答も適切であった。これにより、十分な学力を有することが確認でき、研究者として自立して研究活動を行うに必要な能力を有することも認められた。